

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008448552

WPI Acc No: 1990-335552/ 199045

XRAM Acc No: C90-145639

Activation of hydroxylic polymers - by reaction with carbonate or chloroformate ester in presence of amine

Patent Assignee: AKAD WISSENSCHAFTEN DDR (DEAK)

Inventor: BECKER M; BOEDEN H F; BUTTNER D; BUTTNER W

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DD 279486	A	19900606	DD 287730	A	19860310	199045 B

Priority Applications (No Type Date): DD 287730 A 19860310

Abstract (Basic): DD 279486 A

Activation of OH-contg. polymers is effected by reaction with a cpd. (II) selected from carbonate esters of formula RO-CO-OR (IIa) where R is an electron-withdrawing gp. chloroformate esters of formula ClCOOR (IIb) and prods. (IIc) obtd. by reacting COCl₂ with a phenol or N-substd. hydroxylamine. The reaction is effected at 0-100 deg.C in an anhydrous organic solvent in the presence of a 'Supernucleophilic' amine (III) capable of forming reactive acylium salts, and opt. a strongly basic tert amine (IV).

More specifically, (IIa) and (IIb) have R = succinimidyl, phthalimidyl 5-norbornene-2,3-dicarboxyimidyl or p-nitrophenyl. (IIc) is prepd. by reacting COCl₂ with ROH. (III) is 4-dimethylaminopyridine (DMAP), 4-pyrrolidinopyridine (PPY) N-methylimidazole, diacyclo (5,4,0) undecene (DBU), 4-morpholinopyridine or diazabicyclo (2,2,2) octane (DABCO). (IV) is NEt₃, N-methylmorpholine, N,N-dimethylaniline, pyridine, picoline or N-methylpiperidine.

USE/ADVANTAGE - The process is esp. useful for activating cellulose, polysaccharide, polyethylene glycol or polyvinyl alcohol supports for use in the biotechnology, chemical and pharmaceutical industries, scientific research and clinical analysis. The process introduces carbonate ester gps. under mild conditions, giving high degrees of activation using only small amts of (II). (12pp Dwg.No.0/0)

Title Terms: ACTIVATE; HYDROXYLIC; POLYMER; REACT; CARBONATE; CHLORO; FORMATE; ESTER; PRESENCE; AMINE

Derwent Class: A96; B04; D16

International Patent Class (Additional): C08B-005/00; C08B-031/06;

C08B-037/02; C08F-008/14; C08G-065/48; C08J-007/12

File Segment: CPI

Manual Codes (CPI/A-N): A10-E07A; A12-V03C2; B04-C02A3; B04-C03B; B12-K04; D05-A; D05-H09; D05-H10

Plasdoc Codes (KS): 0013 0034 0036 3003 0206 0211 0224 0229 1279 1974 1982

1989 1999 2007 2021 2043 2065 2177 2198 2206 2318 2382 2386 2394 2541

3250 2706 2731 3272 2766 1588 0376

Polymer Fragment Codes (PF):

001	014	028	03-	13-	147	198	231	239	244	245	252	253	259	263	273	293	316
	336	359	393	402	405	408	409	417	42-	444	526	525	536	532	533	535	546
	58-	623	624	643	645	681	688	689	720	723	726						
002	014	028	03-	034	072	074	076	13-	147	231	239	244	245	252	253	259	263
	276	273	293	316	359	393	402	405	408	409	417	42-	444	526	525	536	532
	533	535	546	58-	623	624	643	645	681	689	723	726					

BEST AVAILABLE COPY

B25

Chemical Fragment Codes (M1):

01 D014 D612 E160 F011 F012 F015 F423 G013 G100 H211 H341 H401 H481
H589 H713 H721 J522 K0 K820 L4 L410 L472 L930 M123 M137 M210 M212
M272 M280 M281 M312 M320 M323 M332 M342 M383 M393 M423 M510 M511
M520 M521 M530 M531 M540 M720 M903 N153 N225 N262 N341 N422 N426
N511 N512 N513 Q233 V712 V735 V743 Q2242

Ring Index Numbers: Q2242

Derwent Registry Numbers: 0272-U; 0273-U; 0274-U; 0345-U; 0895-U; 0916-U;
1013-U; 1020-U; 1057-U; 1188-U; 1842-S; 1852-S; 2044-S; 5263-U; 5266-U

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 279 486 A1

5(51) C 08 B 5/00
C 08 B 31/06
C 08 B 37/02
C 08 F 8/14
C 08 G 65/48
C 08 J 7/12

PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WPC 08 B / 287 730 7	(22)	10.03.86	(44)	06.06.90
(71)	Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD				
(72)	Büttner, Werner, Dr. rer. nat.; Boeden, Hans-Friedrich, Dr. rer. nat.; Büttner, Dorothea; Rupprich, Christian, Dipl.-Ing.; Becker, Manfred, Dr. rer. nat., DD				
(54)	Verfahren zur Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen polymeren Verbindungen				

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen polymeren Verbindungen und daraus gebildeten Festkörperoberflächen. Ziel ist es, symmetrische Kohlensäureester zur Aktivierung zu verwenden und deren Einsatzmengen gering zu halten. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Reaktivität symmetrischer Kohlensäureester gegenüber hydroxylgruppenhaltigen Polymeren stark zu erhöhen. Die Lösung der Aufgabe erfolgt im wesentlichen durch den Zusatz super nucleophiler Amine. Anwendungsgebiet sind die Biotechnologie, die chemische und pharmazeutische Industrie und die klinische Analytik.

ISSN 0433-6461

12 Seiten

Erfindungsanspruch:

- Verfahren zur Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen polymeren Verbindungen und daraus gebildeten Festkörperoberflächen, dadurch gekennzeichnet, daß das symmetrische Kohlendäurediester der allgemeinen Formel $RO-CO-OR$ oder Chlorameisensäureester der allgemeinen Formel $Cl-CO-OR$, wobei der Rest R eine elektronenanziehende Gruppe darstellt, gegebenenfalls Phosgen gemeinsam mit einem Phenol oder einem N-substituierten Hydroxylamin, in Gegenwart von zur Bildung von reaktiven Acyliumsalzen befähigten supernucleophilen Aminen im Verhältnis von 0,01 bis 2,5 Mol Amin pro Mol Kohlendäurediester und gegebenenfalls einem weiteren der Gruppe starker Basen zugehörenden tertiären Amin im Verhältnis 0,1 bis 2,5 Mol Amin pro Mol Kohlendäurediester in wasserfreien organischen Lösungsmitteln bei Temperaturen von 0 bis 100°C mit den hydroxylgruppenhaltigen Polymeren bzw. den daraus gebildeten Festkörperoberflächen umgesetzt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die symmetrischen Kohlendäurediester mit hydroxylgruppenhaltigen Polymeren oder daraus gebildeten Festkörperoberflächen in Gegenwart von supernucleophilen Aminen und gegebenenfalls weiteren tertiären Aminen umgesetzt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Chlorameisensäureester mit hydroxylgruppenhaltigen Polymeren oder daraus gebildeten Festkörperoberflächen in Gegenwart von tertiären carbonatbildenden Aminen und/oder supernucleophilen Aminen zur Reaktion gebracht werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der für die Polymeraktivierung eingesetzte Chlorameisensäureester in Gegenwart des Polymers aus Phosgen und einem substituierten Phenol oder N-substituiertem Hydroxylamin intermediär gebildet und ohne Isolierung mit dem Polymer zur Reaktion gebracht wird und tertiäre carbonatbildende Amine und/oder supernucleophile Amine als Reaktanden eingesetzt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als supernucleophile Amine Verbindungen wie 4-Dimethylaminopyridin (DMAP), 4-Pyrrolidinopyridin (PPY), N-Methylimidazol, Diazabicyclo[5.4.0]undecen (DBU), 4-Morpholinopyridin, Diazabicyclo[2.2.2]octan (DABCO) eingesetzt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß tertiäre Amine wie Triethylamin, N-Methylmorpholin, N,N-Dimethylanilin oder andere heterocyclische Amine wie Pyridin, Picoline, N-Methylpiperidin, bzw. supernucleophile Amine nach Anspruch 7 eingesetzt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, 2, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß pro Mol symmetrischer Kohlendäurediester 0,01 bis 2,5 Mol, vorzugsweise 0,2 bis 1,2 Mol supernucleophiles Amin und gegebenenfalls 0,1 bis 2,5 Mol tertiäres Amin (bevorzugt 0,8 bis 1,5 Mol) eingesetzt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, 3, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß pro Mol Chlorameisensäureester 0,1 bis 2,5 Mol, vorzugsweise 0,8 bis 1,5 Mol carbonatbildendes Amin und/oder 0,02 bis 2,5 Mol, vorzugsweise 0,1 bis 0,5 Mol supernucleophiles Amin verwendet werden.
- Verfahren nach Anspruch 1, 4, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Verhältnis von Phosgen zu Phenol bzw. N-substituiertem Hydroxylamin von 1,0 zu 0,5 bis 2,0 ein Einsatz von carbonatbildenden tertiären Aminen von 1,0 bis 2,5 Mol pro Mol Phosgen und/oder 0,02 bis 2,5 Mol supernucleophiles Amin pro Mol Phosgen erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in den zur Anwendung kommenden symmetrischen Kohlendäurediestern, Chlorameisensäureestern und Phenolen bzw. N-substituierten Hydroxylaminen der Rest R eine Succinimidyl-, Phthalimidyl-, 5-Norbornen-2,3-dicarboximidyl-, p-Nitrophenyl- und andere substituierte Phenylreste bedeuten kann.
- Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur bei der Zugabe der Lösungen der Kohlendäurediester, Chlorameisensäureester bzw. des Phosgens und der anschließenden Reaktion zwischen 0 und 100°C, vorzugsweise 4 bis 60°C gehalten wird und der Umsatz nach 10 bis 120 Minuten abgeschlossen ist.
- Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Lösungsmittel polare organische Verbindungen wie Acetonitril, Dimethylsulfoxid, Tetrahydrofuran, Aceton, Dioxan u. a. oder unpolare Verbindungen wie Benzen, Toluol u. a. oder halogenisierte Kohlenwasserstoffe wie Chloroform, Methylenchlorid u. a. bzw. Gemische dieser Lösungsmittel eingesetzt werden.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Aktivierung von Hydroxylgruppenhaltigen polymeren Verbindungen und daraus gebildeten Festkörperoberflächen, deren Umsetzung mit nucleophilen Komponenten wie Aminen oder SH-gruppenhaltigen Verbindungen zu N-substituierten Carbonaten bzw. Thiokohlensäure-O,S-diestern führt.

Anwendungsgebiete sind die Biotechnologie, die chemische und pharmazeutische Industrie sowie die wissenschaftliche Untersuchung von Grundlagen und die Verfahrensentwicklung in diesen Industriezweigen und darüber hinaus die klinische Analytik.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Für die Aktivierung hydroxylgruppenhaltiger Matrices sind sehr viele Möglichkeiten beschrieben worden (P. D. G. Dean, W. S. Johnson, F. A. Middle, Affinity Chromatography, JRL Press, Oxford, 1985; W. H. Scouten, Affinity Chromatography, John Wiley & Sons, New York, 1981). Nur wenige Methoden haben eine breite Anwendung gefunden. Die bisher dominierende Aktivierung mittels Bromcyan wird mehr und mehr durch moderne Methoden ersetzt, die die Nachteile (hohe Toxizität des BrCN, hohe Hydrolyseempfindlichkeit des aktivierten Trägers, geringe chemische Stabilität der durch Kopplung von NH₂-gruppenhaltigen Liganden entstehenden Isoharnstoffderivate und deren unerwünschte positive elektrische Ladung im physiologischen pH-Bereich [pKa ~ 9,5] der Bromcyanaktivierung teilweise oder ganz vermeiden. Charakteristisch für moderne Aktivierungsmethoden ist das Erreichen hoher Kopplungskapazitäten der Träger ohne Beeinträchtigung der strukturellen Eigenschaften (Porosität, mechanische Stabilität, Quellverhalten, Gelbildungseigenschaften, Löslichkeit usw.). Wesentlich ist weiterhin eine gute Lagerstabilität der Träger bei gleichzeitig hoher Reaktivität der aktiven Gruppen (pH-Werte von 7,0-9,0, Raumtemperatur) gegenüber den zu bindenden nucleophilen Liganden. Die entstehende kovalente Bindung zwischen Matrix und Ligend soll chemisch sehr stabil sein, um unter den Bedingungen der praktischen Anwendung eine vernachlässigbare geringe Abspaltung der Liganden von der Matrix zu erhalten.

Diesen Anforderungen entsprechen in einigen Punkten die durch Umsetzung mit epoxigruppenhaltigen Verbindungen oder Carbonyldimidazol erhältlichen – auch kommerziell verfügbaren – aktivierten Trägermaterialien auf der Basis von Sepharose, modifizierten Kieselgelen, Acrylsäuremischpolymerisaten, wie Epoxisepharose (Pharmacia), React-Gel (Pierce), Eupergit (Röhm) und epoxidaktiviertes Kieselgel (Merck).

Die derzeit besten Ergebnisse werden jedoch durch die Aktivierung hydroxylgruppenhaltiger Träger mit Chlormeisensäureestern erzielt, wobei in die hydroxylgruppenhaltige Matrix sehr reaktive Oxy-carbonylgruppen unter Bildung unsymmetrischer Carbonate (Kohlensäurediester) eingeführt werden.

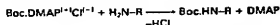
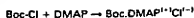


J. Drobnik et al. [Biotechnol. Bioeng. 24 (1982) 487] setzten Cellulose und Sphären mit N-Hydroxysuccinimidyl-, Trichlorphenyl- und p-Triphenylchlorameisensäureestern in Dioxan als Lösungsmittel bei Temperaturen von 25 bis 65°C um und erreichten Kopplungskapazitäten bis zu 2 mMol/Gramm Cellulose.

Ähnliche Ergebnisse erzielten: Wilchek und Miron [Biochem. Internat. 4 (1982) 629] an Sepharose und Cellulose bei Umsetzung der Träger in Pyridin bei 4°C.

Bei der Reaktion eines neuen Chlormeisensäureesters – N-[Chlorcarbonyloxy]-5-norbornen-2,3-dicarboximid – werden mit hydroxylgruppenhaltigen Polymeren hohe Kopplungskapazitäten bis zu 1 bzw. 12 mMol/g Träger für Percollulose und Sepharose bei einer Reaktionstemperatur von 70°C innerhalb von 4 bis 5 Stunden und einem Esterisatz von 16–20 mMol/Gramm Träger erzielt (DD 219490, 6.3.1995) erreicht.

Die Übertragung von Oxy-carbonylgruppen auf Aminogruppen von Aminosäuren und Peptiden durch Reaktion mit Chlormeisensäureestern wie tert.-Butoxycarbonylchlorid (Boc-Cl) ist eine in der Peptidchemie häufig angewandte Reaktion zur Einführung von Schutzgruppen. Anstelle der Chlormeisensäureester werden auch symmetrische oder unsymmetrische Kohlensäureester oder ein salziges Addukt aus Chlormeisensäureester und Dimethylaminopyridin (DMAP) (Guibé-Jampel, Chem. Commun. 1971 267) für die Übertragung von Oxy-carbonylgruppen auf die Aminogruppen von Aminosäuren und Peptiden eingesetzt.



Die Eignung des stabilen Tetrafluorborats DMAP⁺¹ · CNBF₄⁻¹ zur Übertragung der Cyanogruppe auf die Hydroxylgruppen von Polymeren unter Bildung von Cyanaten wurde von Wilchek et al. [Meth. Enzymol. 104 (1984) 3–55] beschrieben. Die Reaktion führt bei der Umsetzung von Sepharose zu Trägern hoher Kopplungskapazität (bis zu 70 μMol Cyanat/g abgesaugte Sepharose 4B). Die Reaktion von Chlormeisensäureestern mit Trisacryl wird nach Angaben von Miron und Wilchek (Fth Internat. Symp. Bioaffinity Chromat. and Related Techniques, Prague, 1985) durch Dimethylaminopyridin katalysiert.

Die bisher bekannten Synthesen von Polymeren des Kohlensäurediesterstyps J-O-CO-OR gehen von Chlormeisensäureestern oder symmetrischen Carbonaten (Wilchek, Miron, Appl. Biochem. Biotechnol. 11 (1985) 3, 191; Henklein et al. Patentschrift DD 219190 [6.3.1995]) aus. Der Nachteil dieser Verfahren besteht in der aufwendigen Synthese der Chlormeisensäure- oder Kohlensäurediester und den relativ geringen Umsatzen zu aktivierten Trägern. So erfordert z. B. die Einführung von 1 bis 2 mMol Oxy-carbonylgruppen pro Gramm Cellulose etwa den 10fachen Überschuss an Chlormeisensäureestern (Drobnik et al., Biotechn. Bioeng. 24 (1982) 487) und erhöht die Temperaturen (65°C) bzw. bei Raumtemperatur lange Reaktionszeiten.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, symmetrische Kohlensäurediester für die Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen Polymeren und daraus gebildeten Festkörperoberflächen (Matrices) durch Einführung von Oxy-carbonylgruppen (-CO-OR) bei milden Reaktionsbedingungen einzusetzen und die dafür benötigten Kohlensäurediester-Mengen bei Erreichung hoher Aktivierungsgrade möglichst gering zu halten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Reaktivität symmetrischer Kohlensäurediester gegenüber hydroxylgruppenhaltigen Polymeren stark zu erhöhen.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß symmetrische Kohlensäurediester der allgemeinen Formel $RO-CO-OR$, wobei der Rest R eine elektronenanziehende Gruppe darstellt, in Gegenwart von zur Bildung von Kohlensäurediester und gegebenenfalls einem supernucleophilen Amin im Verhältnis von 0,01 bis 2,5 Mol Amin pro Mol Kohlensäurediester und gegebenenfalls einem weiteren der Gruppe starker Basen zugehörigen tertiären Amin im Verhältnis von 0 bis 100°C mit den hydroxylgruppenhaltigen Polymeren bzw. den daraus gebildeten Festkörperoberflächen umgesetzt werden. Dabei ist es auch möglich, diese symmetrischen Kohlensäurediester intermediär zu bilden, z.B. aus den entsprechenden Chlormeisensäureestern, gegebenenfalls aus Phosgen gemeinsam mit einem Phenol oder einem N-substituierten Hydroxylamin.

Als hydroxylgruppenhaltige Polymere sind sowohl wasserlösliche als auch unlösliche natürliche Polysaccharide und deren Derivate oder Hydrolyseprodukte wie Cellulose, Agarose, Dextran, Stärke, Mannan, Sepharose, Stärkehydrolyseprodukte (SHP) u.a. oder synthetische Polymere wie Polyvinylidene, Acrylate, Styrol, Polyethylen, Polypropylen, Polymethylsiloxane, Sphäron, Trisacryl, Polyvinylalkohol, Polyethylenglykol usw. in einer oder allen erfindungsgemäßen Varianten der Aktivierung mit Kohlensäurediestern einsetzbar. Dabei können die Polymeren als solche oder in Form daraus hergestellter Produkte wie Formkörper (Perlen), Fasern, Gewebe, Folien oder Papier zur Reaktion gebracht werden.

Die Reaktion von symmetrischen Kohlensäurediestern des Typs $RO-CO-OR$ mit $R =$ Succinimidyl-, Phthalimidyl-, 5-Norbornen-2,3-dicarboximidyl-, o- und p-Nitrobenzoyl-, oder anderen substituierten Phenylresten kann in organischen Lösungsmitteln wie Dimethylsulfoxid, Acetonitril, Tetrahydrofuran, Aceton, Pyridin oder aromatischen Kohlenwasserstoffen wie Benzen und Toluol u.a. oder aliphatischen Verbindungen wie Hexan u.a. halogenierten Kohlenwasserstoffen wie Methylchlorid, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff u.a. durchgeführt werden. Dabei erfolgt im allgemeinen aber nur eine geringfügige Substitution der Hydroxylgruppen durch -CO-OR, wenn hohe Reaktionstemperaturen bzw. lange Reaktionszeiten angewendet werden, wie am Beispiel der Reaktion des N,N'-Bis-(5-norbornen-2,3-succinimidyl)-carbonats in Tabelle 1 gezeigt wird.

Durch Zusatz von tertiären Aminen wie Triethylamin, Pyridin, N,N-Dimethylanilin, N-Methylmorpholin u.a. ist die Umsetzung von Kohlensäurediestern mit den hydroxylgruppenhaltigen Polymeren nicht oder nur unwesentlich zu beschleunigen. Dagegen wird eine starke Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit und des erreichbaren Substitutionsgrades bei Einwirkung von supernucleophilen Aminen wie 4-Dimethylaminopyridin (DMAP), 4-Pyrrolidinopyridin (PPY), N-Methylimidazol, Diazabicyclo[5.4.0]undecan (DBU), 4-Morpholinopyridin, Diazabicyclo[2.2.2]octan u.a. in einem Verhältnis von 0,01 bis 2,5 Mol Amin/Mol Carbonat erzielt (Tab. 1 und Tab. 2).

Die durch das supernucleophile Amin DMAP vermittelte Reaktion wird durch die gleichzeitige Anwesenheit starker Basen wie Triethylamin, N,N-Dimethylanilin usw. nicht beeinflusst (Tabelle 1). Da auch die supernucleophilen Amine in sehr kleinen Mengen nur geringe Wirksamkeit haben, liegt keine echte katalytische Wirkung der Amine vor (Tabelle 3).

Das optimale molare Verhältnis von symmetrischem Kohlensäurediester zu nucleophilem Amin im Hinblick auf die Erzielung einer hohen Kopplungsselektivität liegt bei 1,0 bis 5,0.

Die Beschleunigung der Reaktion von symmetrischen Kohlensäurediestern mit OH-gruppenhaltigen Polymeren in Gegenwart supernucleophiler Amine ermöglicht die Durchführung der Reaktion bei Raumtemperatur innerhalb von 10 bis 30 Minuten. Nur bei besonders wenig reaktionsfähigen Polymeren ist eine Temperaturerhöhung bis zu etwa 60°C erforderlich.

Auch bei Herabsetzung der Reaktionstemperatur auf 4°C ist die Umsetzung bei reaktionsfähigen Polymeren wie Sepharose und Cellulose schon nach 10 Minuten abgeschlossen.

Cellulose, Sepharose, Acetonitril, Chloroform u.a. sind für die Erzielung hoher Kopplungskapazitäten besonders geeignete Lösungsmittel wie Dioxan, Aceton, Acetonitril, Chloroform u.a. sind für die Erzielung hoher Kopplungskapazitäten besonders geeignet (Tab. 4). Jedoch ist die Durchführung der Reaktion auch in beliebigen anderen wasserfreien Lösungsmitteln möglich.

Alkohole oder andere hydroxylgruppenhaltige Lösungsmittel sind ungeeignet bzw. führen zu niedrigen Kopplungskapazitäten. Die Anwendungsbreite der Methode wird aus Tab. 5 ersichtlich, in der die Ergebnisse der Aktivierung unterschiedlicher hydroxylgruppenhaltiger Polymere dargestellt sind. Sowohl natürliche Polysaccharide und deren Derivate (Sepharose, Cellulose, Sepharose) als auch synthetische Trägermaterialien (Fractogel) oder lösliche Polymere wie Polyethylenglycol sind der Reaktion zugänglich.

Die Synthese und Reindarstellung der für die Polymeraktivierung eingesetzten symmetrischen Kohlensäurediester kann auf einfache Weise umgangen werden, denn eine große Zahl von Chlormeisensäureestern reagiert in Gegenwart tertiärer Amine wie Triethylamin, N-Methylmorpholin, N,N-Dimethylanilin, Pyridin, Dimethylaminopyridin u.a. zu symmetrischen Kohlensäurediestern.

Diese glatt ablaufende Reaktion bietet die Möglichkeit der Aktivierung hydroxylgruppenhaltiger Polymere durch Umsetzung mit Chlormeisensäureestern, einem tertiären Amin und einem der supernucleophilen Amine, die für die Umsetzung von symmetrischen Kohlensäurediestern mit hydroxylgruppenhaltigen Verbindungen geeignet sind (Tab. 7).

Es erweist sich als zweckmäßig, einen geringen molaren Überschuss an carbonatbildendem tertiären Amin im Verhältnis zum Chlormeisensäureester einzusetzen. Das supernucleophile Amin kann in einem Verhältnis von 0,01 bis 1 Mol pro Mol Chlormeisensäureester variieren, wobei höherer Amineinsatz eine deutliche Steigerung der Kopplungskapazität bewirkt (Tabelle 8).

Auch die Erhöhung des Chlormeisensäureesteransatzes bewirkt eine Zunahme der Kopplungskepszität, wie aus Tabelle 9 ersichtlich wird. Wie bei der Reaktion der Kohlensäurediester beobachtet, ist beim Einsatz der supernucleophilen Amine die Reaktion bei Temperaturen von 4 bis 25°C innerhalb von 20 bis 30 Minuten beendet. Nur wenig reaktionsfähige Polymere erfordern höhere Temperaturen (bis 60°C) und Reaktionszeiten von 1 bis 2 Stunden.

Die Aktivierung mittels Chlormeisensäureester ist auf unterschiedliche Gruppen hydroxylgruppenhaltiger Polymere anwendbar (s. Tab. 10). Die Eignung verschiedener, supernucleophiler Amine zur Erzielung hoher bis sehr hoher Kopplungskapazitäten wird durch die Ergebnisse in Tabelle 11 gezeigt.

Wird die Umsetzung von Chlormeisensäureestern mit hydroxylgruppenhaltigen Trägern ausschließlich mit einem supernucleophilen Amin wie Dimethylaminopyridin, durchgeführt, wird bei den oben beschriebenen geringen Amineinsätzen von 0,01 bis 0,05 Mol pro Mol Chlormeisensäureester bei Raumtemperatur nur eine sehr geringe Steigerung gegenüber der Reaktion ohne Zusatz dieser Amine verzeichnet (Tab. 7).

Wird das supernucleophile Amin jedoch in einem molaran Überschuß gegenüber dem Chlormeisensäureester eingesetzt, läuft die Reaktion in gleicher Weise wie in Gegenwart anderer stark basischer carbonatbildender tert. Amine mit geringer Nucleophilie ab, d.h. daß das supernucleophile Amin sowohl die Bildung des symmetrischen Kohlsäurediesters als auch dessen Reaktion mit dem hydroxylgruppenhaltigen Polymer bewirkt.

Für die Aktivierungsreaktion mit Chlormeisensäureestern sind die gleichen wasserfreien Lösungsmittel verwandbar, die für die Reaktion von symmetrischen Kohlensäurediestern mit hydroxylgruppenhaltigen Polymeren Anwendung finden.

In Kenntnis der Bildung von Chlormeisensäureestern aus Phenolen bzw. substituierten Hydroxylaminen - durch Reaktion mit Phosgen in Gegenwart von tertiären Aminen wie Triethylamin, N,N-Dimethylanilin, N-Methylmorpholin u.ä. - ist es ebenso möglich, die oben geschilderte Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen Polymeren auch unter Umgehung der Chlormeisensäureesterisolierung durchzuführen.

Dazu wird ein Gemisch aus dem hydroxylgruppenhaltigen Polymer, supernucleophilem Amin, und gegebenenfalls einem weiteren tertiären Amin und einem substituierten Phenol oder N-substituierten Hydroxylamin mit Phosgen umgesetzt. Durch die Wirkung der Kombination dieser Amine wird sehr schnell eine Reaktionskette mit der intermediären Bildung von Chlormeisensäureestern und symmetrischen Kohlensäurediestern durchlaufen, der einerseits mit Hilfe des supernucleophilen Amins die Übertragung der Oxy-carbonylgruppe auf das Polymer bewirkt, andererseits die Bildung von Kohlsäurediestern bewirkt. Diese Reaktionsführung hat den Vorteil, billige, kommerziell erhältliche Ausgangsstoffe für die Einführung von Oxy-carbonylgruppen in hydroxylgruppenhaltige Matrices unter sehr schonenden Reaktionsbedingungen zu verwenden. Der ökonomische Vorteil dieses Verfahrens besteht darüber hinaus darin, daß die bei der Synthese von Chlormeisensäureestern oder Kohlensäurediestern auftretenden Ausbeuteverluste vermieden werden, und die billigen Ausgangsprodukte Phosgen und Phenole oder substituierte Hydroxylamine in hoher Ausbeute als Oxy-carbonylgruppe in die Matrix eingeführt werden.

Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse der Aktivierung von Pericellulose in Abhängigkeit von den eingesetzten Mengen an Phosgen- und N-Hydroxy-5-norbornen-2,3-dicarboximid.

Die Einführung unterschiedlicher Abgangsgruppen in Cellulosecarbonate vom Typ Cell-CO-OR (R = N-Hydroxysuccinimidyl-, p-Nitrophenyl-, N-Hydroxy-5-norbornen-2,3-dicarboximidyl-) durch Reaktion von Phosgen und den entsprechenden Hydroxylverbindungen (Phenol, bzw. N-substituiertes Hydroxylamin) kann als allgemein anwendbare Reaktion zur Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen Polymeren angesehen werden (Tab. 13).

Das Ziel der Erfindung, ein einfaches und ökonomisches Verfahren zur Übertragung von Oxy-carbonylgruppen auf hydroxylgruppenhaltige Matrices mittels symmetrischer Kohlensäurediester, ist im wesentlichen durch das folgende erfindungsgemäße Merkmal erreicht worden: Die reaktionsbeschleunigende Wirkung von supernucleophilen Aminen auf die Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen Matrices durch Übertragung von Oxy-carbonylgruppen aus symmetrischen Kohlensäurediestern und deren Bildung aus Chlormeisensäureestern durch Einwirkung von tertiären Aminen wie z.B. Triethylamin usw.

Die Kombination von carbonatbildenden Basen und supernucleophilen Aminen ermöglicht den Einsatz von Phosgen und N-substituierten Hydroxylaminen bzw. Phenol oder von Chlormeisensäureestern als Mittel zur Übertragung von Oxy-carbonylgruppen anstelle der meist schwerer zugänglichen symmetrischen Carbonate.

Im Vergleich zur direkten Umsetzung von Chlormeisensäureestern oder symmetrischen Kohlensäurediestern gestattet der Einsatz der supernucleophilen Amine eine Herabsetzung der Reaktionstemperatur auf 4 bis 25°C und eine Verkürzung der Reaktionszeit auf 10 bis 20 Minuten. Bei Temperaturen von 50 bis 60°C werden auch wenig reaktionsfähige Polymere in hohem Maße aktiviert.

Die milden Reaktionsbedingungen gestatten auch die Aktivierung von wenig strukturstabilen Polymeren wie Sepharosen oder Polymerfilmen.

Der im Vergleich zu bekannten Verfahren hohe Umsatz der Reagenzien (bis zu 80-90%) und der Einsatz billiger Rohstoffe bewirken eine wesentlich verbesserte Ökonomie des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen Matrices. Die Anwendung der erfindungsgemäß hergestellten aktivierten Matrices wurde am Beispiel der Kopplung von Aminen wie aliphatischen Diaminen oder Polyaminen von Proteinen wie Concanavalin A, Ovomucoid, Ovinhibitor u.ä. sowie Enzymen wie Glucoseoxidase, Maerretichoxiparoxidasen und Trypsin oder Immunglobulinen und Antikörper sowie ihren Einsatz als Affinitätsadsorbens oder trägerfixiertes Enzym überprüft. Die Kopplung von Nucleinsäuren an feste Träger wie Cellulose, Sepharose, Fractogel usw. ergibt Affinitäts-träger, die zur Reinigung von DNA- und RNA-Polymeren Kinasen, Nucleasen usw. geeignet sind. Bei der Reaktion der aktivierten Träger mit SH-gruppenhaltigen Verbindungen entstehen in glatter Reaktion Thio-kohlensäure-O,S-diester, wie am Beispiel der Reaktion von aktivierter Pericellulose mit Thioalkohol und Thiophenol gezeigt werden konnte.

Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Herstellung von aktivierten Matrices und deren Reaktion mit nucleophilen Reaktionspartnern soll anhand folgender Beispiele erläutert werden:

Beispiel 1

Pericellulose wird durch Behandlung mit Wasser-Aceton-Gemischen steigenden Acetongehalts und wasserfreiem Aceton entwässert. Ein Volumen wasserfreier Pericellulose wird in einem Volumen Aceton aufgenommen, in dem 40 µMol Dimethylaminopyridin gelöst wurden. Unter leichtem Schütteln wird portionsweise ein Milliliter einer Acetonlösung von N,N'-Bis(5-norbornen-2,3-dicarboximidyl)-carbonat (CO(ONB)₂) (80 µMol/ml) hinzugegeben. Die Umsetzung erfolgt bei Raumtemperatur und wird 10 Minuten nach Beendigung der Carbonatzugabe durch Absaugen der überstehenden Lösung über eine Glasfritte und gründliches Waschen mit Aceton abgebrochen. Der aktivierte Träger enthält 860 µMol Carbonatgruppen pro Gramm wasserfreier Cellulose.

Die Bestimmung der Kopplungskapazität erfolgt durch Hydrolyse des aktivierten Trägers mit 0,1 N NH₄OH und spektrophotometrische Bestimmung des abgespaltenen N-Hydroxy-5-norbornen-2,3-dicarboximids (HONB) bei 270 nm ($\epsilon = 6,4 \cdot 10^3 \text{ Mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$).

Beispiel 2-7

Pericellulose wurde analog Beispiel 1 aktiviert, s. Tab. 1, Versuch Nr. 9, 11-15.

Beispiel 8-11

Pericellulose wurde analog Beispiel 1 aktiviert, s. Tab. 2, Versuch Nr. 1-4.

Beispiel 12-14

Die Aktivierung wurde gemäß Beispiel 1 durchgeführt, s. Tab. 3, Versuch Nr. 1-3.

Beispiel 15

Pericellulose wird wie in Beispiel 1 beschrieben entwässert. Ein Volumen wasserfreier Pericellulose wird durch Waschen mit Acetonitril von anhaftendem Aceton befreit und mit einem Volumen Acetonitril, das 40 µMol/ml Dimethylaminopyridin enthält, Acetonitril von anhaftendem Aceton befreit und mit einem Volumen Acetonitril, das 40 µMol/ml Dimethylaminopyridin enthält, versetzt. Die Umsetzung mit 40 µMol CO(ONB)₂/ml Cellulose wird unter leichtem Schütteln innerhalb von 20 bis 60 Minuten bei Raumtemperatur durchgeführt. Nach Abtrennen des Überstandes und Waschen des Trägers mit Acetonitril wird zur Ermittlung der Kopplungskapazität wie folgt verfahren: eine Probe des aktivierten Trägers wird stufenweise mit Aceton-Wassergemischen der steigenden Wassergehalts und Wasser behandelt, mit Boratpuffer, pH 8,1 äquilibriert und mit Glycin zur Reaktion gebracht. Die Ermittlung des Anteils an kovalent gebundener Aminosäure wird nach Antoni et al. (Anal. Biochem. 129 [1983] 60-63) durch Rücktitration des nichtumgesetzten Glycins mit Trinitrobenzolsulfonsäure ermittelt.

Kopplungskapazität: 515 µMol Glycin/g trockene Sepharose.

Beispiel 16 bis 17

Entsprechend dem Beispiel 15 wurde die Aktivierungsreaktion mit den in Tabelle 4, Versuch Nr. 3 und 4, aufgeführten Lösungsmitteln vorgenommen.

Beispiel 18

Sepharose Cl-4B wird stufenweise mit Wasser-Aceton-Gemischen steigenden Acetongehalts und wasserfreiem Aceton entwässert. Ein Volumen wasserfreier Sepharose Cl-4B wird mit einem Volumen Aceton versetzt, in dem 48 µMol Dimethylaminopyridin und 43 µMol Triethylamin pro Milliliter Träger gelöst wurden. Unter Kühlung auf 15°C und leichtem Schütteln wird 1 Volumen einer acetonischen Lösung von CO(ONB)₂ (80 µMol/ml Sepharose) in kleinen Portionen hinzugegeben, so daß die Temperatur des Reaktionsgemisches nicht über 24°C ansteigt. Nach einer Reaktionszeit von 10 Minuten wird der Träger von der überstehenden Lösung abgetrennt und mit Aceton gründlich gewaschen. Zur Ermittlung der Kopplungskapazität wird wie im Beispiel 15 verfahren.

Kopplungskapazität: etwa 515 µMol Glycin/g trockene Sepharose. Die durch HONB-Abspaltung bestimmte Kopplungskapazität beträgt 640 µMol/g trockene Sepharose.

Beispiel 19-21

Die in Tab. 5 aufgeführten Polymere wurden analog Beispiel 1 aktiviert, s. Versuch Nr. 7, 9 und 10.

Beispiel 22

Die Aktivierung von Polyethylenglykol 1500 wird durch Zugabe von 30,4 mg CO(ONB)₂ zu einer Lösung von 1 g PEG 1500 und 4,4 mg DMAP in 3 ml Aceton bei Raumtemperatur durchgeführt. Nach einer Reaktionszeit von 25 Minuten wird das PEG 1500 mit Äther ausgefällt. Der Carbonatgehalt des Produktes beträgt 213 µMol/g.

Beispiel 23-25

Die Aktivierung von Pericellulose wurde analog Beispiel 1 unter Einsatz verschiedener Carbonate durchgeführt, s. Tab. 6, Versuch Nr. 1-3.

Beispiel 26
 Pericellulose wird in der in Beispiel 1 beschriebenen Weise entwässert und in wasserfreiem Dioxan aufgenommen. Zu einem Volumen wasserfreier Cellulose wird ein Volumen Dioxan hinzugefügt, in welchem 2,6 mMol Triethylamin und 0,2 mMol Dimethylaminopyridin pro Gramm trockener Cellulose gelöst sind. Bei Raumtemperatur erfolgt unter leichtem Schütteln die portionsweise Zugabe von 2,1 mMol N-(Chlorcarbonyloxy)-5-norbornen-2,3-dicarboximid (ClCOONB), gelöst in einem Volumen wasserfreien Dioxans. Nach 20 Minuten ist die Reaktion beendet, die überstehende Flüssigkeit wird von der Cellulose abgesaugt und der aktivierte Träger ausgiebig mit Dioxan gewaschen. Der Substitutionsgrad der aktivierten Cellulose beträgt 400 µMol Carbonat pro Gramm trockene Cellulose.

Beispiel 27-31
 Entsprechend Beispiel 26 wurde die Aktivierung von Pericellulose vorgenommen, s. Tab. 7, Versuch Nr. 3-7.

Beispiel 32-34
 Die Aktivierung von Pericellulose wurde, wie unter Beispiel 26 beschrieben, durchgeführt, s. Tab. 8, Versuch Nr. 2-4.

Beispiel 35-37
 Aktivierungen mit unterschiedlichem Chlorameisensäureester-Einsatz wurden analog Beispiel 26 durchgeführt, s. Tab. 9, Versuch Nr. 1-3.

Beispiel 38-44
 Die Aktivierung verschiedener Polymere wurde entsprechend Beispiel 26 vorgenommen, s. Tab. 10, Versuch Nr. 2, 3, 5-9.

Beispiel 45 und 46
 Die Aktivierung wasserlöslicher Polymere, die in Aceton oder Dioxan unlöslich sind, wird analog Beispiel 26 durchgeführt, wobei sich die Anwendung von Pyridin anstelle von DMAP als vorteilhaft erweist, s. Tab. 10, Versuch Nr. 10 und 12.

Beispiel 47
 1g Polyethylenglykol 1500 (Ferak) wird in 2 ml trockenem Aceton gelöst und 10 mg DMAP und 150 µl Triethylamin hinzugegeben. In diese Lösung werden unter ständigem Schütteln bei Raumtemperatur innerhalb von 10 Minuten 200 mg (830 µMol) Cl-CO-ONB, gelöst in 2 ml Aceton, eingetropfelt. Nach einer Reaktionszeit von 10 Minuten wird die Reaktion durch Zugabe von Diethylether und Ausfällen des PEG beendet. Das aus Aceton umkristallisierte Produkt enthält 444 µMol Carbonatgruppen pro Gramm Trockensubstanz, s. Tab. 10, Versuch 11.

Beispiel 48
 3 ml eines synthetischen hydroxylgruppenhaltigen Polymers (partikuläres Mischpolyrisat aus Acrylnitril und Vinylalkohol) werden in 3 ml wasserfreiem Pyridin, dem 4,5 mg Dimethylaminopyridin zugesetzt wurden, eine Stunde bei 50 °C unter Schütteln mit 300 mg N-(Chlorcarbonyloxy)-5-norbornen-2,3-dicarboximid umgesetzt. Nach Abtrennen des Überstandes, Waschen mit Aceton und Entfernen des Acetons im Vakuum erhält man den aktivierten Träger in wasserfreier Form. Durch Hydrolyse in wässriger Ammoniaklösung und spektralphotometrische Bestimmung des freigesetzten HONB wurde die Kopplungskapazität zu 94 µMol-COONB/Gramm Trockensubstanz ermittelt.

Beispiel 49
 Pericellulose wird, wie in Beispiel 1 beschrieben, entwässert und in wasserfreiem Aceton aufgenommen. Ein Volumen sedimentierte Cellulose wird mit 1 Volumen Aceton, in dem 40 µMol N-Methylimidazol/ml enthalten sind, und 217 µMol Triethylamin/ml versetzt und bei Raumtemperatur portionsweise 2,1 mMol/ml Chlorameisensäureester (Cl-CO-ONB), gelöst in einem Volumen Aceton, versetzt. Zehn Minuten nach Beendigung der Reagenzzugabe bei Raumtemperatur wird die Reaktion durch Abtrennung des Überstandes gestoppt. Die Cellulose wird auf der Fritte mit trockenem Aceton gewaschen, dann stufenweise in die wässrige Phase überführt und die Kopplungskapazität durch hydrolytische Abspaltung und spektralphotometrische Bestimmung von HONC ermittelt. Ergebnis: 602 µMol-CO-ONB pro Gramm trockene Pericellulose.

Beispiel 50-52
 In gleicher Weise wie unter Beispiel 49 beschrieben, wurde die Eignung weiterer supernucleophiler Amine für die Aktivierung von hydroxylgruppenhaltigen Polymeren getestet, s. Tab. 11, Versuch Nr. 1, 3 und 4.

Beispiel 53
 Pericellulose wird, wie in Beispiel 1 angegeben, entwässert und in wasserfreiem Aceton aufgenommen und zur vollständigen Entfernung des Acetons gründlich mit wasserfreiem Acetonitril gewaschen. Ein Volumen sedimentierte Pericellulose wird in zwei Volumina Acetonitril suspendiert, worin 36 µMol Dimethylaminopyridin, 320 µMol Triethylamin, 160 µMol N-Hydroxy-5-norbornen-2,3-dicarboximid (HOONB) pro Milliliter Cellulose gelöst sind. Durch portionsweise Zugabe einer 10⁻⁴igen Phosgenlösung in Toluol wird mit insgesamt 160 µMol Phosgen pro Milliliter Cellulose bei Raumtemperatur umgesetzt. Nach Beendigung der Phosgenzugabe wird weitere 10 Minuten geschüttelt und die Reaktion durch Absaugen des Überstandes über eine Fritte und Waschen mit wasserfreiem Acetonitril beendet. Ein Teil der aktivierten Cellulose wird unmittelbar mit einer Lösung von Hexamethyldiamin in Acetonitril umgesetzt und der Gehalt an freien Aminogruppen des Trägers nach Antoniet al. (Anal. Biochem. 129 [1983] 60-63) ermittelt.

Ergebnis: 46 $\mu\text{Mol NH}_2$ -Gruppen/Gramm trockene Pericellulose. Ein weiterer Teil der aktivierten Cellulose wurde stufenweise ins wässrige Milieu überführt und durch hydrolytische Freisetzung von HONB eine Kopplungskapazität von 382 $\mu\text{Mol -CO-ONB/}$ Gramm trockene Cellulose ermittelt.
Durch Kopplung von [^3H]-markiertem Glycin wurde eine Bindung von 225 $\mu\text{Mol Glycin pro Gramm trockene Cellulose}$ bestimmt.

Beispiel 54-56

Entsprechend Beispiel 50 wurde Pericellulose aktiviert, s. Tab. 12, Versuch Nr. 2-4.

Beispiel 57 und 58

Analog der in Beispiel 50 beschriebenen Weise wurde die Eignung weiterer Phenole bzw. N-substituierter Hydroxylamine für die Aktivierung hydroxylgruppenhaltiger Träger gezeigt, s. Tab. 13, Versuch Nr. 1 und 2.

Tabelle 1

Umsetzung von Pericellulose mit symmetrischem Carbonat RO-CO-OR

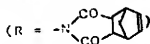


Nr.	Carbonat ($\mu\text{Mol/ml}$ sediment. Cellulose)	TEA ($\mu\text{Mol/ml}$ sediment. Cellulose)	DMAP ($\mu\text{Mol/ml}$ sediment. Cellulose)	Pyridin ($\mu\text{Mol/ml}$ sediment. Cellulose)	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR/g}$ trockene Cellulose)
1	80*	—	—	—	74
2	80	—	—	—	—
3	80	40	—	—	—
4	80	160	—	—	—
5	80	66 700	—	—	—
6	80	—	—	40	—
7	80	—	—	160	—
8	80	—	—	9 000	—
9	80	—	12	—	370
10	80	—	40	—	850-900
11	80	—	80	—	805
12	80	43	6	—	108
13	80	43	12	—	488
14	80	43	24	—	720
15	80	43	48	—	780

* Reaktionstemperatur: 70°C, 5,5 Stunden

Tabelle 2

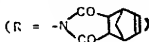
Reaktion von symmetrischem Kohlensäurediester RO-CO-OR



mit Pericellulose unter Einsatz verschiedener supernucleophiler Amine.
(Raumtemperatur, Reaktionszeit: 20 Minuten, 80 μMol symmetrischer Kohlensäurediester/ml sedimentierte Cellulose, 40 μMol supernucleophiles Amin/ml sedimentierter Cellulose, Lösungsmittel: Aceton)

Nr.	supernucleophiles Amin	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-CDOR/g}$ trockene Cellulose)
1	Dimethylaminopyridin	880
2	Methylimidazol	210
3	Diazabicyclo[2.2.2]octan	130
4	Diazabicyclo[5.4.0]undecen	50

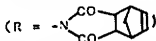
Tabelle 3
Reaktion von symmetrischem Kohlensäurediester RO-CO-OR



mit Pericellulose in Abhängigkeit von der eingesetzten Menge an supernucleophilem Amin (Dimethylaminopyridin)
(Reaktionszeit: 20 Minuten, Raumtemperatur, Lösungsmittel: Aceton)

Nr.	Kohlensäurediester ($\mu\text{Mol}/\text{ml}$ sedimentierte Cellulose)	DMAP ($\mu\text{Mol}/\text{ml}$ sedimentierte Cellulose)	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR}/\text{g}$ trockene Cellulose)
1	80	12	370
2	80	40	930
3	80	80	805

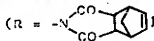
Tabelle 4
Reaktion von symmetrischem Kohlensäurediester RO-CO-OR



mit Pericellulose in verschiedenen Lösungsmitteln (Reaktionszeit: 20 Minuten, Raumtemperatur, 80 μMol Kohlensäurediester/ ml sedimentierte Cellulose, 40 μMol DMAP/ ml sedimentierte Cellulose)

Nr.	Lösungsmittel	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR}/\text{g}$ trockene Cellulose)
1	Aceton	805-930
2	Acetonitril	515
3	Dioxan	733
4	Chloroform	217

Tabelle 5
Aktivierung verschiedener hydroxylgruppenhaltiger Polymere mit symmetrischem Kohlensäurediester RO-CO-OR

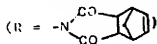


Nr.	Matrix	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR}/\text{g}$ trockenes Polymer)
6	Pericellulose (makroporös)	800-900
7	Pericellulose (mikroporös)	66
8	Sephacel C1-4B	640
9	Sephacel G-100	5
10	Fractogel TSK HW 75 (F)	88
11	Polyethylenglycol 1500	213

Tabelle 6
Aktivierung von Pericellulose mit verschiedenen symmetrischen Carbonaten
(Raumtemperatur, Reaktionszeit: 20 Minuten, Lösungsmittel: Aceton, 80 μMol symm. Carbonat/ ml sedimentierte Cellulose, 40 μMol DMAP/ ml sedimentierte Cellulose)

Nr.	symm. Carbonat	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR}/\text{g}$ trockene Cellulose)
1	N,N'-Disuccinimidyl-	882
2	N,N'-Diphthalimidyl-	106
3	p-NO ₂ -Phenyl-	570

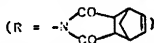
Tabelle 7
 Reaktion von Chlorameisensäureestern Cl-CO-OR



mit Pericellulose
 (Raumtemperatur, Reaktionszeit: 20 Minuten, Lösungsmittel: Aceton)

Nr.	Chlorameisensäureester (mMol/g trockene Cell.)	TEA (mMol/g tr. Cell.)	DMAP (μMol/g tr. Cell.)	Pyridin (μMol/g tr. Cell.)	Kopplungs-kapazität (μMol/g tr. Cell.)
1	2,1	—	—	—	35
2	2,1	3,0	—	—	104
3	2,1	2,6	—	414	75
4	2,1	—	207	—	130
5	2,1	2,6	207	—	400
6	2,1	2,6	414	—	590
7	2,1	2,6	828	—	823

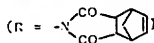
Tabelle 8
 Umsetzung von Pericellulose mit Chlorameisensäureester Cl-CO-OR



in Abhängigkeit der eingesetzten DMAP-Menge (2,1 mMol ClCOONB/g Cellulose, 2,6 mMol TEA/g Cellulose, Temperatur: 23°C, Reaktionszeit: 15 Minuten, Lösungsmittel: Aceton)

Nr.	DAMP (μMol/g trockene Cellulose)	Kopplungskapazität (μMol-COOR/g trockene Cellulose)
1	0	25
2	20,7	150
3	207	333
4	414	590

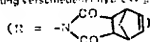
Tabelle 9
 Abhängigkeit der Reaktion von Chlorameisensäureester RO-CO-Cl



mit Pericellulose vom Esterersatz (Temperatur: 5°C, Reaktionszeit: 20 Minuten, Lösungsmittel: Aceton)

Nr.	Chlorameisensäureester (mMol/g trockene Cellulose)	TEA (mMol/g trockene Cellulose)	DMAP (mMol/g trockene Cellulose)	Kopplungs-kapazität (μMol-COOR/g trockene Cellulose)
1	2,1	2,6	0,2	422
2	4,2	5,2	0,2	522
3	8,4	10,4	0,2	778

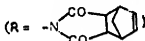
Tabelle 10
 Aktivierung verschiedener hydroxy- und aminosäurehaltiger Polymere mit Chlorameisensäureestern Cl-CO-OR



(Raumtemperatur, Reaktionszeit: 20 bis 60 Minuten, 2,1 mMol Chlorameisensäureester/g trockenen Träger, 210 μMol DMAP/g trockenen Träger, 2,7 mMol Triethylamin/g trockenen Träger, Lösungsmittel: Aceton oder Dioxan)

Nr.	Matrix	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR/g trockener Träger}$)
1	Pericellulose (makroporös)	820
2	Pericellulose (mikroporös)	50
3	Cellulosepulver MN 300	355
4	Sapharose Cl-4 B	1073*
5	Sephadex LH-20	444
6	Spheron P 1000	452
7	Trisacryl GF-2000	50
8	Toyopearl HW-60	1365**
9	Fractogel TSK HW 75 (F)	780
10	Polyvinylalkohol	21***
11	Polyethylenglykol 1500	482*
12	SHP (Stärkehydrolysat)	44**
**	2,6 mMol Cl-CO-OR; 3,5 mMol TEA; 600 μMol DMAP	
*	2,7 mMol Cl-CO-OR; 3,5 mMol TEA; 275 μMol DMAP	
***	2,1 mMol Cl-CO-OR; 2,7 mMol TEA; 1065 μMol Pyridin	
*	0,83 mMol Cl-CO-OR; 1,0 mMol TEA; 80 μMol DMAP	
**	2,1 mMol Cl-CO-OR; 2,7 mMol TEA; 210 μMol Pyridin	

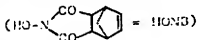
Tabelle 11
Reaktion von Chlorameisensäureester Cl-CO-OR



mit Pericellulose unter Einsatz verschiedener supernucleophiler Amine
(Raumtemperatur, Reaktionszeit: 20 Minuten, 2,1 mMol Chlorameisensäureester/g trockene Cellulose, 210 μMol Amin/g trockene Cellulose, 2,7 mMol Triethylamin/g trockene Cellulose, Lösungsmittel: Aceton)

Nr.	supernucleophiles Amin	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR/g trockene Cellulose}$)
1	Dimethylaminopyridin	797
2	N-Methylimidazol	602
3	Diazabicyclo[2.2.2]octan	190
4	Diazabicyclo[5.4.0]undecen	200

Tabelle 12
Aktivierung von Pericellulose durch Reaktion mit Phosgen und N-substituiertem Hydroxylamin HO-NR₂



in Gegenwart von tertiären Aminen
(Raumtemperatur, Reaktionszeit: 20 Minuten, Lösungsmittel: Acetonitril)

Nr.	Phosgen (μMol^*)	HONB (μMol^*)	TEA (μMol^*)	DMAP (μMol^*)	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR/g trockene Cellulose}$)
1	160	160	320	36	362
2	46	320	320	36	52
3	320	320	640	72	310
4**	160	160	160	36	325

* μmol mit substituiertem C₆-R₂-NH₂
** Lösungsmittel: CHCl₃

Tabelle 13
Aktivierung von Pericellulose durch Reaktion mit Phosgen und unterschiedlichen Phenolen bzw. N-substituierten Hydroxylaminen (Raumtemperatur, Reaktionszeit: 20 Minuten, Lösungsmittel: Acetonitril, 320 μMol Triethylamin/ml sedimentierte Cellulose, 38 μMol DMAP/ml sedimentierte Cellulose, 160 μMol Phosgen und 160 μMol Phenol bzw. N-substituiertes Hydroxylamin/ml sedimentierte Cellulose)

Nr.	Phenol bzw. N-subst. Hydroxylamin	Kopplungskapazität ($\mu\text{Mol-COOR/g}$ trockene Cellulose)
1	N-Hydroxysuccinimid	330
2	p-Nitrophenol	105
3	N-Hydroxy-5-norbornen- 2,3-dicarboximid (HONB)	362

Bestimmung der Kopplungskapazität durch Hydrolyse der Träger mit Ammoniaklösung und spektralphotometrische Messung des freigesetzten Phenols oder der N-substituierten Hydroxylamine.